

PUB-NO: EP000318687A2

DOCUMENT-IDENTIFIER: EP 318687 A2

TITLE: Use of a variety of cast iron for  
brake bodies and brake  
discs comprising brake rings and a  
wave-shaped transition between brake ring and hub situated  
in the brake area.

PUBN-DATE: June 7, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KEINER, WERNER DIPL-ING

COUNTRY

N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

BUDERUS KUNDENGUSS

COUNTRY

DE

APPL-NO: EP88117394

APPL-DATE: October 19, 1988

PRIORITY-DATA: DE03740912A ( December 3, 1987)

INT-CL (IPC): C22C037/00, F16D065/12 , F16D069/02

EUR-CL (EPC): C22C037/00 ; F16D069/02, F16D065/12 ,  
F16D065/12 , F16D065/12

US-CL-CURRENT: 188/218XL, 188/264AA

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O> The invention relates to the  
use of a variety of  
cast iron having a tensile strength of between 100 N/mm<2>

**BEST AVAILABLE COPY**

and 150 N/mm<sup>2</sup>, a  
super-eutectic graphite content in the form of C, a  
perlitic basic structure  
with at most 5% of ferrite content with 3.8 - 4.0 % of C,  
1.7 - 2.3 % of Si  
and, depending on the wall thickness, with  
perlite-stabilising elements, for  
brake bodies, such as brake drums, brake discs and brake  
rings in composite  
structures for motor vehicles, and to the design of an  
air-cooled brake disc.  
In this case, the brake ring consists of an inner and an  
outer ring disc each  
with mutually facing cooling fins, the hub of sheet steel  
being soldered in  
between the cooling fins of the two ring discs. The radial  
flange 17 of the  
hub of sheet steel is provided with arresting tabs 10. The  
all-round  
corrugated form 21 represents, in the axial direction, an  
expansion groove  
which acts as a second joint and intercepts the expansions  
of the brake ring at  
a different point. At the same time, the corrugated form  
provides a stiffening  
in the radial direction, whereby the torsional load  
capacity of the brake disc  
is increased. <IMAGE>

(9)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

**0 318 687**  
**A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 88117394.2

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>: **F16D 65/12** , **F16D 69/02** ,  
**C22C 37/00**

(22) Anmeldetag: 19.10.88

(30) Priorität: 03.12.87 DE 3740912

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
07.06.89 Patentblatt 89/23

(64) Benannte Vertragsstaaten:  
BE DE ES FR GB IT NL SE

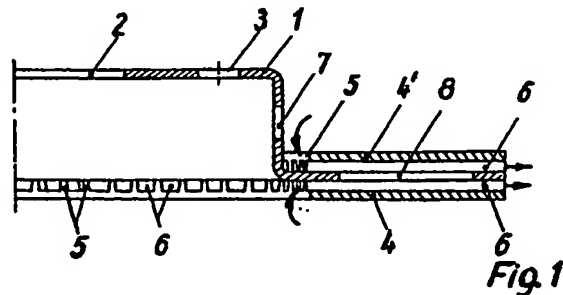
(71) Anmelder: **BUDERUS KUNDENGUSS GMBH**  
**Sophienstrasse 52-54 Postfach 1220**  
**D-6330 Wetzlar(DE)**

(72) Erfinder: **Kelner, Werner, Dipl.-Ing.**  
**Sachsenweg 1**  
**D-6330 Wetzlar(DE)**

(74) Vertreter: **Schleschke, Klaus, Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte Dipl.-Ing. E. Eder Dipl.-Ing. K.**  
**Schleschke Elisabethstrasse 34**  
**D-8000 München 40(DE)**

(54) Verwendung einer Guss eisensorte für Bremsenkörper sowie Bremsscheiben mit Bremsringen und einem in der Bremsebene liegenden wellenförmigen Übergang zwischen Bremsring und Topf.

(57) Die Erfindung bezieht sich auf die Verwendung einer Gußeisensorte mit einer Zugfestigkeit zwischen 100 N/mm<sup>2</sup> und 150 N/mm<sup>2</sup>, einem übereutektischen Graphitanteil der Form C, einem perlitischen Grundgefüge mit max. 5% Ferritanteil mit 3,8 - 4,0 % C, mit 1,7 - 2,3 % Si und je nach Wanddicke mit perlitstabilisierenden Elementen für Bremsenkörper, wie Bremsstrommeln, Bremsscheiben sowie Bremsringe bei Verbundkonstruktionen für Kraftfahrzeuge sowie die Ausgestaltung einer luftgekühlten Bremsscheibe. Hierbei besteht der Bremsring aus einer inneren und einer äußeren Ringscheibe mit jeweils einander zugekehrten Kühlrippen, wobei der Stahlblechtopf zwischen die Kühlrippen der beiden Ringscheiben angelötet ist. Der radiale Flansch 17 des Stahlblechtopfes ist mit arretierenden Lappen 10 versehen. Die umlaufende Wellenform 21 stellt in axialer Richtung eine Dehnnut dar, die als zweites Gelenk wirkt und die Ausdehnungen des Bremsringes an einer definierten Stelle auffängt. Die Wellenform ist gleichzeitig in radialer Richtung eine Versteifung, wodurch die Torsionsbelastbarkeit der Bremsscheibe erhöht wird.



EP 0 318 687 A2

# Verwendung einer Gußeisensorte für Bremsenkörper sowie Bremsscheiben mit Bremsringen und einem in der Bremsebene liegenden wellenförmigen Übergang zwischen Bremsring und Topf

Die Erfindung bezieht sich auf die Verwendung einer Gußeisensorte mit einer Zugfestigkeit zwischen 100 N/mm<sup>2</sup> und 150 N/mm<sup>2</sup> für Bremsenkörper sowie auf die spezielle Gestaltung einer luftgekühlten Bremsscheibe unter Anwendung von aus der Gußeisensorte hergestellten Bremsringen.

Von den Automobilfirmen werden bei Bremsenwerkstoffen aus Gußeisen Zugfestigkeitswerte im Werkstück von über 220 N/mm<sup>2</sup> verlangt. Es ist kein Problem derartige Forderungen zu erfüllen. Allerdings haben Gußeisenwerkstoffe mit diesen für die dynamische Belastbarkeit geforderten Bedingungen erhebliche Nachteile bezüglich Wärmeleitfähigkeit, Temperaturwechselbeständigkeit und der für Bremsen notwendigen Reibarbeit.

Man hat zwar erkannt, daß eine Übereutektische Gußeisenlegierung wegen der verhältnismäßig großen sich ausscheidenden Graphitkörper gute schwingungsdämpfende Eigenschaften aufweist (DE-PS 1 916 272), es werden aber bei diesem Vorschlag einer Übereutektischen Gußeisenlegierung mit 3,8% bis 4% Kohlenstoff und 2,5 bis 4% Silizium noch Festigkeitswerte von etwa 170 N/mm<sup>2</sup> gefordert. Mit der ähnlichen Aufgabe befassen sich auch die DE-OS 25 39 361 und die DE-PS 33 05 184. Es werden dort engere Analysengrenzen angegeben, die es erlauben, die gewünschten Eigenschaften treffsicherer zu erzielen. Aber auch dort werden noch Zugfestigkeiten in Betracht gezogen, die in dem Bereich um 170 N/mm<sup>2</sup> liegen.

Bremsscheiben mit aus Gußeisen bestehenden Bremsringen sind bereits Stand der Technik (DE-OS 23 58 140). Hier wurde bereits vorgeschlagen, den Stahlblechtopf in den gußeisernen Bremsring einzugießen und die den Bremsring durchsetzenden Luftkanäle durch einen in die Gießform einzulegenden Kern zu erzeugen. Der formtechnische Aufwand ist hierbei sehr groß.

Infolge des einzufügenden Kerns müssen hohe Maßtoleranzen und Wandstärken in Kauf genommen werden. Es ergeben sich jedoch nicht nur Probleme bei der Herstellung: Auch die Funktion der fertigen Bremsscheiben ist nicht optimal, da keine absolut gleichmäßige Belüftung auf beiden Seiten und keine gleichmäßige Wärmeabfuhr zu garantieren ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, auf einfache Weise die Lebensdauer von Bremsenkörpern zu erhöhen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch Verwendung einer Gußeisensorte für Bremsenkörper, wobei die Gußeisensorte eine Zugfestigkeit zwischen 100 N/mm<sup>2</sup> und 150

N/mm<sup>2</sup> aufweist und ein Übereutektischer Graphitanteil der Form C, ein perlitisches Grundgefüge mit maximal 5% Ferritanteil sowie 3,8 bis 4,0 % C, 1,7 bis 2,3 % Si und je nach Wandstärke perlitstabilisierende Elemente vorgesehen sind.

Es werden die im Patentanspruch 1 angegebenen Werte für Zugfestigkeit, Grundgefüge und Graphitanteil unter den engen Analysenbereichen von Kohlenstoff und Silizium für einen neuen Bremsenwerkstoff vorgeschlagen. Das geforderte perlitische Grundgefüge kann durch perlitstabilisierende Elemente eingestellt werden.

Es wurde bisher seitens der Bremsenhersteller als nicht für möglich angesehen, für hochbelastete Bremsenkörper einen Gußwerkstoff mit derartig niedriger Zugfestigkeit (unter 150 N/mm<sup>2</sup>) einzusetzen.

Der Gedanke, ein derartiges Material für hochbelastete Bremsscheiben einzusetzen, beruht auf der Abkehr aller herkömmlichen Überlegungen und der Erkenntnis, daß bezüglich der speziellen Anwendung als Bremskörper das Material weniger durch Torsionskräfte oder Biegewechselbelastung beansprucht wird, als durch Thermospannung. Es wurden dabei folgende Eigenschaften angestrebt:

- möglichst niedrige Thermospannungen
- gute Temperaturleitfähigkeit
- hohe Widerstandskraft gegen Thermorisse.

Es hat sich tatsächlich folgendes gezeigt:

Die Riß- und Brandrißgefahr ist aufgrund der guten physikalischen Eigenschaften des Materials wesentlich geringer als bei bisher bekannten Werkstoffen bzw. ganz abgestellt worden.

Die Eigenspannungen und der Verzug nach dem Abdrehen der Gußhaut und das Aufheizen der Bremsenkörper bei der Bearbeitung sind niedriger als bei höherfesten Gußeisensorten. Der erfindungsgemäße neue Bremsenwerkstoff läßt sich damit mit höherer Schnittgeschwindigkeit bearbeiten, und zwar bei geringerem Werkzeugverschleiß.

Dies hängt damit zusammen, daß einerseits der Kohlenstoff gegenüber den bekannten Vorschlägen in der Tendenz auf einen noch höheren, aber eingegrenzten Bereich festgelegt wurde, andererseits aber der Siliziumgehalt noch weiter in einen niedrigeren begrenzten Bereich verlegt wurde.

Es scheidet sich Übereutektischer Graphit der Form-C aus, welcher die Dämpfungseigenschaft ganz erheblich verbessert. Der die Wärmeleitfähigkeit beeinflussende Si-Gehalt ist auf möglichst niedrige Werte reduziert und die durch diese Analyse bedingte Zugfestigkeit im Werkstück reicht tatsächlich für Bremskörper aus, insbesondere für

solche ohne Nabe und für Bremsringe bei Verbundkonstruktionen.

Diese erfindungsgemäße Gußeisensorte läßt sich vorteilhafterweise speziell für einen von Luftschächten durchsetzten Bremsring bei einer luftgekühlten Bremsscheibe in Verbundausführung mit einem den Bremsring tragenden Stahlblechtopf verwenden. Der Bremsring kann hierbei nicht einen in einem Stück hergestellten Bremskörper darstellen. Er besteht vielmehr aus zwei separat gefertigten Ringscheiben mit frei ausformbaren Kühlrippen. Der Stahlblechtopf wird beidseitig an die nach innen weisenden Kühlrippen angelötet. Dadurch entsteht ein inniger Verbund der Teile. Weiter ergibt sich durch spezielle Maßnahmen eine gute Justierung der einzelnen Elemente.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann die Breite des radialen Flansches des Stahlblechtopfes kleiner als die Breite der einander gegenüberliegenden Ringscheiben sein, wobei benachbarte Flächen der Ringscheiben einerseits und des Flansches und der Ringscheiben andererseits durch Löten miteinander verbunden sind. Hierbei weist der Stahlblechtopf im Anschlußbereich des radialen Flansches zur Wandung eine umlaufende Dehnnut auf, welche beispielsweise wellenförmig ausgebildet ist. Diese Dehnnut kann erfindungsgemäß in der Bremsebene im nicht eingelöteten Bereich des Bleches zwischen den Bremsringen und dem horizontalen Teil des Stahlblechtopfes eingepreßt sein. Es ergibt sich damit eine Art zusätzliches Gelenk, wodurch die infolge thermischer Belastung entstehende Ausdehnung der Bremsringe in vorteilhafter Weise aufgefangen und unerwünscht hohe Zugspannungen vermieden werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen Teilquerschnitt durch eine Bremsscheibe;

Fig. 2 einen Teilschnitt durch eine Ringscheibe im unbearbeiteten Zustand;

Fig. 3 eine Draufsicht auf einen Segmentausschnitt einer Ringscheibe mit unterschiedlich gestalteten Kühlrippen;

Fig. 4 eine andere Ausführungsform der luftgekühlten Bremsscheibe in Vorderansicht, teils gebrochen;

Fig. 5 einen Schnitt nach der Linie V-V in Figur 4.

Die Bremsscheibe besteht aus einem Stahlblechtopf 1 mit einer Nabenbohrung 2 und Anschraubbohrungen 3, welche den gußeisernen Bremsring nach den Merkmalen der Erfindung aus zwei separat gefertigten Ringscheiben 4, 4' trägt. Dabei besitzt jede Ringscheibe 4, 4' nach innen weisende Kühlrippen 5, an die der Flansch des

Stahlblechtopfes 1 angelötet ist, auch die Breite der Luftschächte 6 für die Kühlluft. Aussparungen 7 in der senkrechten Wand des Stahlblechtopfes 1 dienen einer Reduzierung des Wärmeflusses und des Gewichtes. Schlitz 8 im Flansch des Stahlblechtopfes 1 erhöhen den Durchlüftungsquerschnitt.

Gemäß Fig. 2 besitzt die Ringscheibe sowohl auf der ebenen Bremsfläche als auch auf den Kühlrippen eine geringe Bearbeitungszugabe 9, 9'. Sie wird zunächst zwischen den Kühlrippen eingespannt und auf der ebenen Fläche plan geschliffen. Mit geringstem Abstand läßt sich so eine absolut gleichmäßige Wandstärke erzielen. Anschließend werden die Kühlrippen auf das vorgegebene Maß geschliffen. Auch deren Höhe und damit die Höhe der Luftschächte läßt sich genau einstellen.

Fig. 3 zeigt eine Anzahl an möglichen Ausführungen der Kühlrippen 5, 5', 5'', 5'''. Wegen des freien Ausformens können die Konturen nahe den Erfordernissen frei gewählt werden. Durch Versuche ist die geeignete Rippenform leicht zu ermitteln.

Fig. 4 und 5 stellen eine andere Ausführungsform der Erfindung dar: Um den Stahlanteil innerhalb der Bremsringe zu reduzieren, werden erfindungsgemäß die Kühlrippen 5 zum größten Teil Guß auf Guß gelegt mit einer von der Scherbelastung her zu vertretenden Länge. Wie ersichtlich, ist also hierbei die Breite des radialen Flansches 17' des Stahlblechtopfes 1 kleiner als die Breite der einander gegenüberliegenden Ringscheiben 4 und 4'. Benachbarte Flächen der Ringscheiben 4, 4', d.h. der Kühlrippen 5 werden durch Hartlöten miteinander verbunden. Die Flächen, welche sich zwischen dem Flansch 17' und den zurückgesetzten Bereichen der Kühlrippen 5 ergeben, sind ebenfalls durch Löten miteinander verbunden.

Weiterhin weist der Stahlblechtopf 1 im Anschlußbereich des radialen Flansches 17' zur Wandung 20 eine umlaufende Dehnnut 21 auf, welche folgende Funktion besitzt: Da sich die Bremsringe bei der thermischen Belastung auszudehnen versuchen, kommen hohe Zugspannungen auf den Stahlblechtopf 1, wobei sich dieser im Übergangsbereich zwischen der Wandung 24 und dem Boden 22 deformiert. Damit bleiben der Flansch und die ringförmige Fläche des Stahlblechtopfes nicht mehr zueinander in rechtwinkliger Lage; der Stahlblechtopf weitet sich aus; es kommt durch die relativ dünne Wandstärke des Stahlblechtopfes zu einer verstärkten Schirmung der Bremsringe 4 und 4', woraus insgesamt in der Praxis nachteilige Wirkungen resultieren.

Um diese vorgenannten unerwünschten Wirkungen zu vermeiden, ist die Dehnnut 21 vorgesehen. Diese ist nach Figur 5 wellenförmig ausgebildet und befindet sich im nicht eingelöteten Bereich

des Flansches 17' zwischen den Ringscheiben 4 und 4' und der Wandung 20 des Stahlblechtopfes. Es wird damit ein zusätzlicher Bereich geschaffen, in welchem sich die vorgenannte Bewegung abspielt und wofür die höhere Elastizität des Stahlbleches des Topfes 1 von Vorteil ist.

Diese Wellenform stellt gleichzeitig in radialer Richtung eine Versteifung dar, die die Belastbarkeit auf Torsion erhöht.

Der Bereich zwischen der Wandung 20 und dem Boden 22 des Stahlblechtopfes 1 kann zusätzlich durch einen aufgelöteten Versteifungstopf 23 bandagenähnlich versteift werden. In die darunterliegende ringförmige Partie des Stahlblechtopfes 1 werden Löcher gestanzt, um den Wärme fluß zur Nabenanschraubfläche zu unterbrechen, den anliegenden Bereich weniger aufzuheizen und eine weitere Gewichtseinsparung zu erzielen.

Der Boden 22 des Stahlblechtopfes 1 liegt generell an einer glatten Anschraubfläche der Nabe an; der eigentliche Anpreßdruckbereich liegt um die Anschraubbohrungen; die dazwischenliegenden Flächen können - ebenfalls zur Gewichtseinsparung - und zur besseren Druckverteilung, wie in Figur 4 dargestellt, Aussparungen 24 aufweisen.

Der aufgelötete Versteifungstopf 23 kann ebenfalls mit ausgestanzten Partien - außerhalb der Felgenanlagenflächen - versehen werden; er ist in jedem Fall so ausgebildet, daß alle in der Praxis vorhandenen Felgenformen passen.

Durch die umlaufende Dehnnut 21 im Stahlblechtopf 1 und durch den Übergangsbereich zwischen der Wandung 20 und dem Boden 22 werden zwei gelenkähnliche Bereiche I und II geschaffen. Dadurch kann sich vorteilhafterweise insgesamt definiert die Dehnung und Schrumpfung des gesamten Bremsringes vollziehen, wodurch eine unerwünschte Auswinkelung des Stahlblechtopfes 1 vermieden und die Ausdehnung des Bremsringes in der Bremsebene bewirkt wird.

Die Wandung 20 des Stahlblechtopfes 1 kann gestanzte Kühlöffnungen 25 aufweisen, wobei auch die Möglichkeit besteht, daß der Flansch 17' weitere Kühlöffnungen 26 besitzt.

Der Flansch 17' kann umgebördelte Lappen 10' aufweisen, welche sich nach Figur 4 und 5 zwischen den Kühlrippen 5 einlagern. Hierbei sind im Abstand von 90° über den Umfang verteilt jeweils zwei Lappen nach oben gebogen; um 45° versetzt können zwei weitere Lappen nach unten gebogen sein, so daß das eine Lappenpaar 10 die Ringscheibe 4 und das andere Lappenpaar die Ringscheibe 4' exakt zueinander arretieren.

Die Verwendung der erfindungsgemäßen Gußeisensorte für Bremskörper, insbesondere bei luftgekühlten Bremsenscheiben und deren Bremsringen ergibt besondere Vorteile hinsichtlich der Lebensdauer. Einmal führt die Verwendung dieser

Gußeisensorte zu überraschenden Ergebnissen bezüglich der Bremseigenschaften und zum weiteren erhöht sich die Lebensdauer der Verbundbrems-scheibe durch die beidseitige Belüftung. Beide Bremsringe sind konstruktiv absolut gleich gestaltet. Sie unterliegen deshalb beim Bremsvorgang gleichen thermischen Bedingungen. Da die beiden Bremsringe nur auf Reibung beansprucht werden - die Festigkeitsanforderungen übernimmt der Stahlblechtopf - können die Vorteile des hoch verkohlten Graugusses voll genutzt werden. Infolge der beiden gelenkartigen Bereiche I und II wird außerdem die Lebensdauer auf einfache Weise erheblich erhöht.

### Ansprüche

1. Verwendung einer Gußeisensorte mit einer Zugfestigkeit zwischen 100 N/mm<sup>2</sup> und 150 N/mm<sup>2</sup> einem übereutektischen Graphitanteil der Form C, einem perlitischen Grundgefüge mit max. 5% Ferritanteil mit 3,8 - 4,0 % C mit 1,7 - 2,3 % Si und je nach Wanddicke mit perlitstabilisierenden Elementen für Bremskörper, wie Bremsstrommeln, Brems-scheiben sowie Bremsringe bei Verbundkonstruk-tionen für Kraftfahrzeuge.
2. Verwendung einer Gußeisensorte nach An-spruch 1 für Bremskörper ohne Nabe.
3. Verwendung einer Gußeisensorte nach An-spruch 1 für einen von Luftschächten durchsetzten Bremsring bei einer luftgekühlten Brems-scheibe in Verbundausführung mit einem den Bremsring tra-genden Stahlblechtopf.
4. Luftgekühlte Brems-scheibe mit einem Bremsring nach Anspruch 3, dadurch gekennzeich-net, daß der Bremsring aus einer inneren und einer äußeren Ringscheibe (4, 4') mit jeweils einander zugekehrten Kühlrippen (5) besteht und daß der Stahlblechtopf (1) zwischen die Kühlrippen (5) der beiden Ringscheiben (4, 4') eingelötet ist.
5. Luftgekühlte Brems-scheibe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringscheiben (4, 4') des Bremsringes sowohl auf der Bremsflä-che, als auch auf den Kühlrip-pen durch Schleifen bearbeitet sind.
6. Luftgekühlte Brems-scheibe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die frei auszuformenden Kühlrippen (5) des Bremsringes geometri-sche Form und Ausrichtung besitzen, wie Noppen, Kurzrippen bzw. gerade oder gekrümmte Längsrip-pen.
7. Luftgekühlte Brems-scheibe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der radiale Flansch des Stahlblechtopfes zwischen den Kühl-rippen des von zwei Ringscheiben gebildeten Luft-

schachtes des Bremsringes eingelötet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der radiale Flansch (17) des Stahlblechtopfes (1) mit mindestens zwei nach oben und nach unten umgebördelten, die Kühlrippen (5) des Luftschachtes (6) des Bremsrings arretierenden Lappen (10) versehen ist. 5

8. Luftgekühlte Bremsscheibe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils zwei, die zugehörige Kühlrippe beidseitig führende Lappen (10) vorgesehen sind. 10

9. Luftgekühlte Bremsscheibe nach Anspruch 7 und/oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Abstand von  $90^\circ$  über den Umfang verteilt jeweils zwei Lappen zu der an der Topfseite liegenden Ringscheibe (4') hin sowie zu der gegenüberliegenden Ringscheibe (4) hin umgebördelt sind. 15

10. Luftgekühlte Bremsscheibe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die um  $90^\circ$  über dem Umfang verteilten, zur Topfseite hin umgebördelten Lappen (10a) um jeweils  $45^\circ$  gegenüber den zur gegenüberliegenden flachen Seite hin umgebördelten Lappen (10b) versetzt angeordnet sind. 20

11. Luftgekühlte Bremsscheibe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des radialen Flansches (17') des Stahlblechtopfes (1) kleiner als die Breite der einander gegenüberliegenden Ringscheiben (4, 4') ist, wobei benachbarte Flächen der Ringscheiben (4, 4') einerseits und des Flansches (17) und der Ringscheiben (4, 4') andererseits durch Lötungen miteinander verbunden sind. 25 30

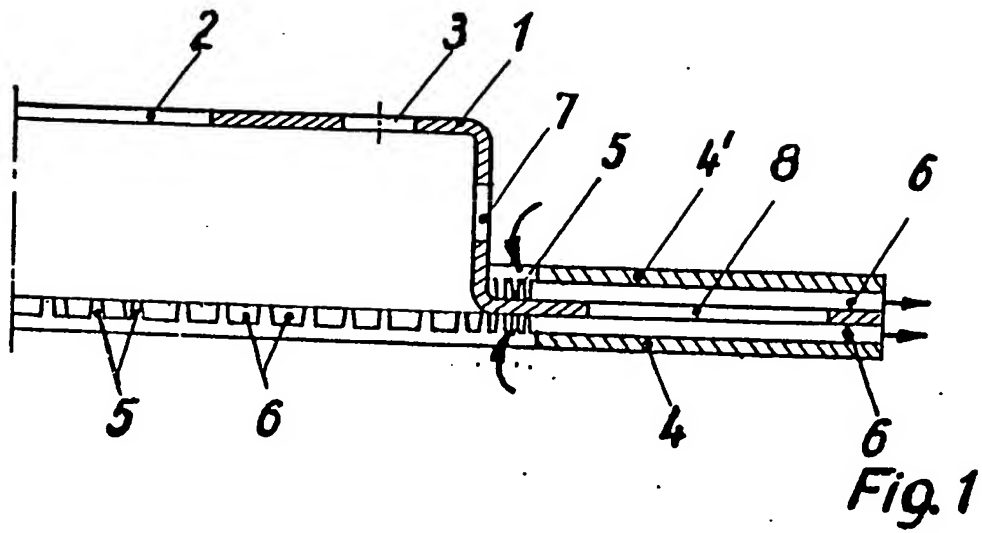
12. Luftgekühlte Bremsscheibe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Stahlblechtopf (1) im Anschlußbereich des radialen Flansches (17) zur Wandung (20) eine umlaufende wellenförmige Kontur (21) aufweist. 35

13. Luftgekühlte Bremsscheibe nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenform je Kontur in axialer Richtung eine Dehnnut darstellt und in radialer Richtung eine Versteifung, die die Torsionsbelastbarkeit der Bremsscheibe erhöht. 40

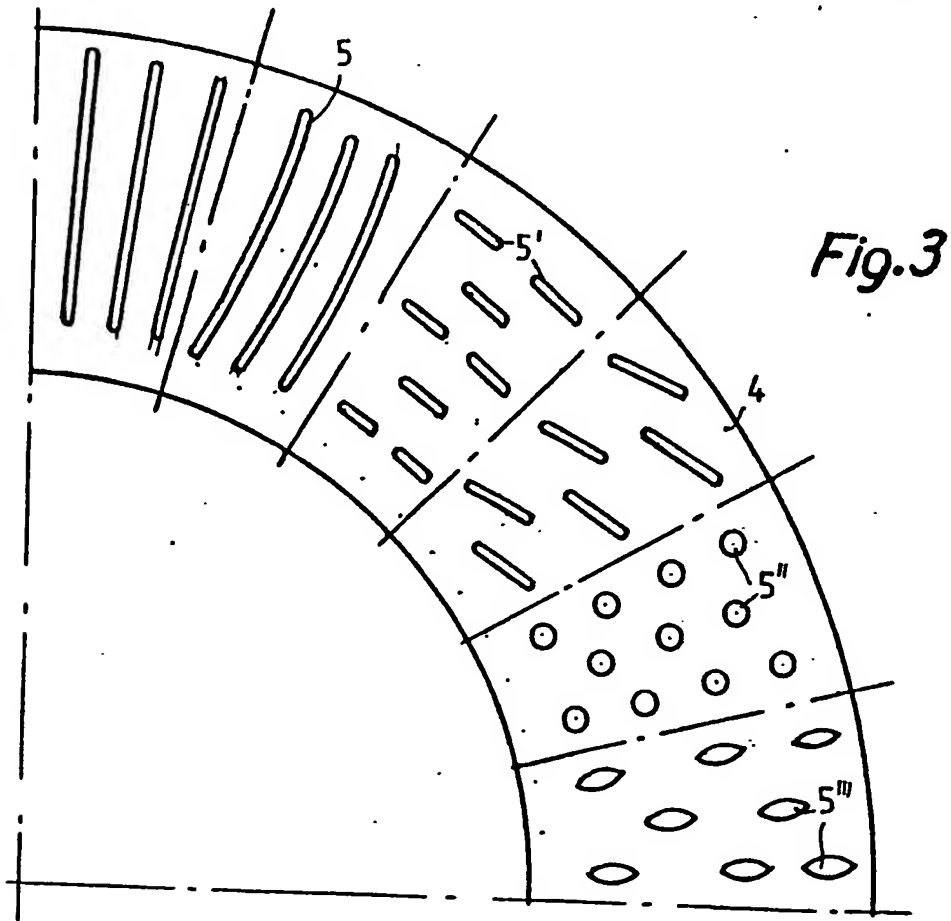
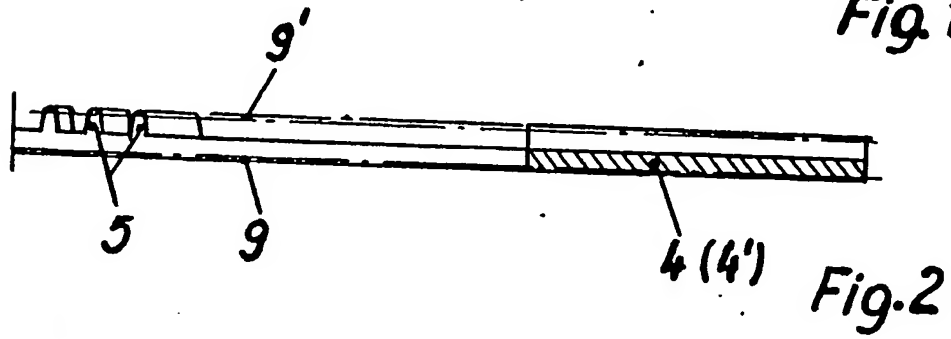
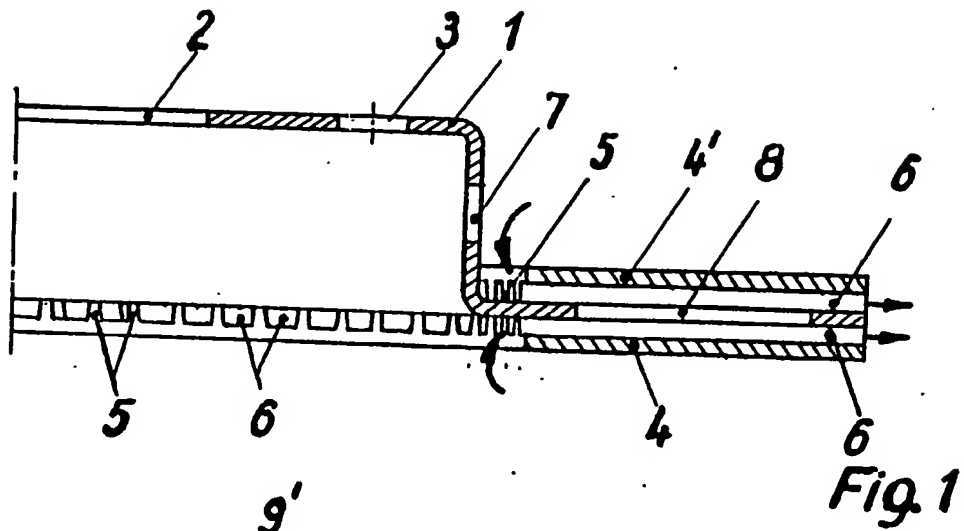
14. Luftgekühlte Bremsscheibe nach den Ansprüchen 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Boden (22) des Stahlblechtopfes (1) mit einem Versteifungstopf (23) verbunden ist. 45

15. Luftgekühlte Bremsscheibe nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Versteifungstopf (21) einen zur Wandung (20) des Stahlblechtopfes (1) herumgezogenen Flansch (24) aufweist und durch Lötungen mit dem Stahlblechtopf (1) verbunden ist. 50

55







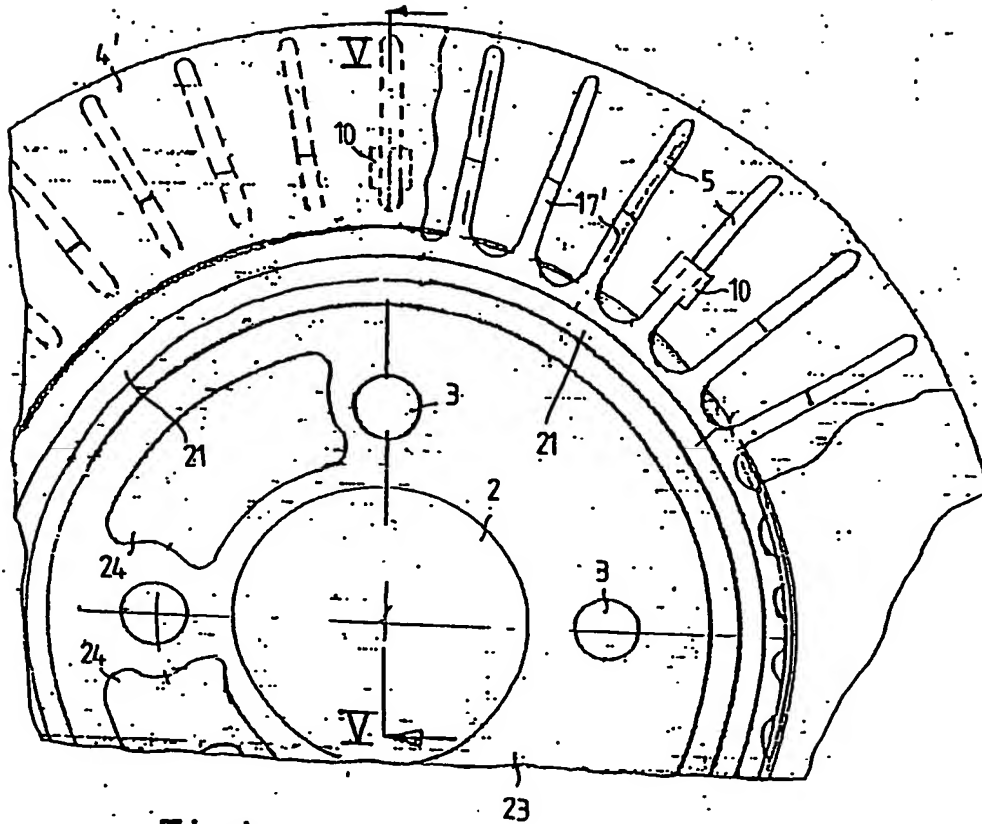


Fig.4

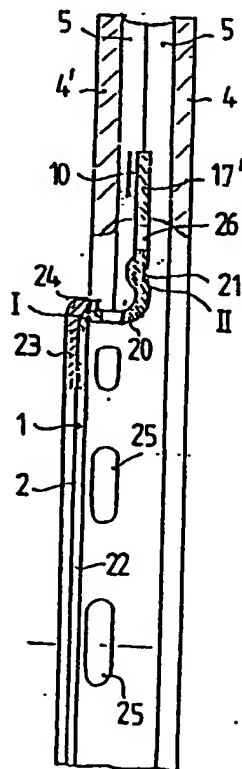


Fig.5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**